

Photometric parameter photoelectric measurement for material analysis - using light source with four or more closely spaced LEDs and photodetector relatively distant from source

Patent number: DE4105493
Publication date: 1992-08-27
Inventor: SZLAPA ANDRZEJ (PL); LOBODA LESZEK (PL)
Applicant: HELMUT WINDAUS LABORBEDARF UND (DE)
Classification:
 - international: G01J1/08; G01N21/25
 - european: G01N21/25C
Application number: DE19914105493 19910221
Priority number(s): DE19914105493 19910221

Also published as:

 DE9116361U (U1)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE4105493

The arrangement allows for the photoelectric measurement of a photometric parameter varying with the passage of light through a transmissive medium and has a light source and photodetector arranged on a common optical axis. The light source (10) consists of several, pref. 4, light emitting diodes (16-19) or LEDs arranged essentially parallel to the optical axis. The separation of the LEDs is negligible w.r.t. the distance between the light source and photodetector (11). USE/ADVANTAGE - Esp. for analysing material contents of specimen with increased accuracy using simple compact arrangement.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift
DE 41 05 493 A 1

Int. Cl.⁵:
G 01 N 21/25
G 01 J 1/08

03

(21) Aktenzeichen: P 41 05 493.8
(22) Anmeldetag: 21. 2. 91
(43) Offenlegungstag: 27. 8. 92

DE 41 05 493 A 1

(71) Anmelder:

Helmut Windaus Laborbedarf und Chemikalien, 3392
Clausthal-Zellerfeld, DE

(74) Vertreter:

Tappe, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

(72) Erfinder:

Szlapa, Andrzej; Loboda, Leszek,
Warschau/Warszawa, PL

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Vorrichtung und Verfahren zur photoelektrischen Messung photometrischer Größen

(57) Vorrichtung zur photoelektrischen Messung sich beim Lichtdurchtritt durch ein lichtdurchlässiges Medium ändernder photometrischer Größen (Photometer) mit einer Lichtquelle und einem Photodetektor, die auf einer gemeinsamen optischen Achse angeordnet sind, wobei die Lichtquelle aus mehreren, vorzugsweise vier monochromatisches Licht emittierenden Dioden (LED) besteht, die im wesentlichen parallel zur optischen Achse angeordnet sind und deren Abstände untereinander vernachlässigbar klein gegenüber dem Abstand zwischen der Lichtquelle und dem Photodetektor sind.

DE 41 05 493 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur photoelektrischen Messung sich beim Lichtdurchtritt durch ein lichtdurchlässiges Medium ändernder photometrischer Größen (Photometer) mit einer Lichtquelle und einem Photodetektor, die auf einer gemeinsamen optischen Achse angeordnet sind. Desweiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Messen von photoelektrischen Größen.

Photoelektrische Meßgeräte der eingangs genannten Art werden zur photometrischen Analyse lichtdurchlässiger Medien eingesetzt und dienen dabei insbesondere zur Bestimmung von in einer zu analysierenden Probe enthaltenen Inhaltsstoffen sowie in der Probe erfolgten chemischen Reaktionen. Hierbei geht man aus von dem bekannten physikalischen Phänomen daß die von einer Lichtquelle ausgehende Strahlungsleistung infolge des Durchtritts durch ein lichtdurchlässiges Medium eine Schwächung (Extinktion) erfährt, die proportional zur Dicke und zur Dichte des Mediums ist. Dieser physikalische Zusammenhang ist durch das Lambert-Beersche Extinktionsgesetz definiert, das vereinfacht wiedergegeben wie folgt lautet:

$$\ln P - \ln P_0 = -S,$$

wobei S eine von der Schichtdicke und Dichte des Mediums beeinflusste Größe darstellt, die sich aus der Differenz zwischen der von der Lichtquelle ausgehenden Strahlungsleistung P_0 und der nach Durchtritt durch das Medium von einem Photodetektor gemessenen Strahlungsleistung P als direktes Maß der Extinktion ergibt.

Dieser physikalische Zusammenhang wird in Photometern schaltungstechnisch dargestellt, um durch Messung der Extinktion die vorbeschriebene Analyse durchführen zu können. Ein solches Photometer ist aus der DE-PS 28 38 498 bekannt. Dieses bekannte Photometer besteht im wesentlichen aus Licht emittierenden Dioden (LED) und einer Gasentladungslampe sowie jeweils den einzelnen LEDs bzw. der Gasentladungslampe zugeordneten Empfängern.

Aus der jeweils paarweise erfolgten Zuordnung von LED bzw. Gasentladungslampe und Empfänger zur Bildung jeweils einer Meßachse, entlang der die in der Probe erfolgte Extinktion bestimmt wird, ergibt sich ein raumgreifender komplexer Aufbau des Photometers. Wegen der unterschiedlichen Anordnung der Meßachsen im Raum muß die Probe zur Messung exakt ausgerichtet werden, damit sämtliche Meßachsen die Probe schneiden. Dies hat zur Folge, daß bei dem bekannten Gerät eine aufwendige Halterung der Probe für die Funktion des Gerätes unabdingbar ist.

Ein weiterer Nachteil, der sich aus der voneinander abweichenden Anordnung der Meßachsen ergibt, ist, daß die einzelnen Meßachsen das Probenvolumen im Bereich unterschiedlicher Teilvolumen (Meßvolumen) und in voneinander abweichenden Winkeln schneiden. Beides kann, wie nachfolgend näher beschrieben wird, zu einer Verfälschung der Meßergebnisse führen. Zum einen wirken sich wegen der unterschiedlichen Meßvolumen Dichteunterschiede im Probenvolumen nachteilig auf das Meßergebnis aus. Zum anderen besteht die Gefahr, daß wegen der unter unterschiedlichen Winkeln das Probenvolumen schneidenden Meßachsen abhängig von den Winkeln im Bereich unterschiedlicher Schichtdicken des Probenvolumens gemessen wird. Auch dies wirkt sich verfälschend auf das Meßergebnis aus.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur photoelektrischen Messung photometrischer Größen zu schaffen, mit der bzw. mit dem ein einfacher, raumsparender Aufbau der Vorrichtung sowie eine erhöhte Genauigkeit der mit der Vorrichtung durchgeführten Messungen ermöglicht wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe weist die erfindungsgemäße Vorrichtung die Merkmale des Anspruchs 1 auf.

Durch die näherungsweise Anordnung der LEDs auf einer gemeinsamen optischen Achse mit dem als Empfänger dienenden Photodetektor ist eine Möglichkeit geschaffen, alle Messungen auf einer im wesentlichen gleich orientierten Meßachse durchführen zu können. Dies wird dadurch erreicht, daß die einzelnen LEDs im wesentlichen parallel zur optischen Achse angeordnet sind, wobei gleichzeitig deren Abstände untereinander bzw. zur optischen Achse so klein sind, daß sie gegenüber dem Abstand zwischen den LEDs und dem gemeinsamen Photodetektor vernachlässigbar sind. Hiermit wird also der Idealanordnung der LEDs in einem gemeinsamen Punkt auf der optischen Achse weitestgehend entsprochen.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Empfängerfläche des Photodetektors so bemessen, daß sämtliche darauf abgebildeten Querschnittsflächen der Strahlenbündel, die von den einzelnen LEDs ausgehen, als Teilflächen der Empfängerfläche auf dieser abgebildet werden. Diese besondere Konfiguration der Anordnung im Verhältnis der Empfängerfläche zu den auf dieser abgebildeten Querschnittsflächen der Strahlenbündel gewährleistet, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung ohne Strahlungsverluste arbeitet, die dadurch entstehen können, daß die Strahlungsbündel nicht vollständig auf die Empfängerfläche auftreffen und somit ein Teil der von den LEDs emittierten Strahlungsleistung bei der Bestimmung der Extinktion verlorengeht.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform sind die LEDs zu einem, ein integriertes Bauteil bildenden Diodenblock zusammengefaßt. Hierdurch ist es möglich, die einzelnen Dioden dichter nebeneinander anzuordnen, als dies bei einer Nebeneinanderordnung einzelner, separater Dioden möglich wäre. Die integrierende Aufnahme der Dioden in den Diodenblock wird dabei ermöglicht durch eine entsprechende Bearbeitung der Diodenköpfe, womit eine Verdichtung in der Diodenanordnung möglich wird.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich, im Strahlengang zwischen der durch die LEDs gebildeten Lichtquelle und dem lichtdurchlässigen Medium, also der im Strahlengang angeordneten Probe, eine Blende vorzusehen. Durch die Blende läßt sich der vorteilhafte Effekt erzielen, daß auch bei einer relativ geringen Entfernung zwischen der Lichtquelle und dem Photodetektor eine weitestgehend parallele Ausrichtung der einzelnen, zu einem Lichtbündel zusammengefaßten Lichtstrahlen entlang des Strahlenganges gegeben ist. Ausgehend von der Zusammenfassung der einzelnen Meßachsen der LEDs zu einer gemeinsamen Meßachse wird durch die Parallelisierung der Lichtstrahlen des von einer LED ausgehenden Lichtbündels eine weitere Erhöhung der Meßgenauigkeit erreicht. Als Folge der Parallelisierung durchdringen nämlich alle Lichtstrahlen das Probenvolumen in einem Bereich von im wesentlichen konstanter Dichte unter einem im wesentlichen übereinstimmenden Winkel. Natürlich ist es auch denkbar, eine Parallelisierung der Lichtstrahlen eines Lichtbündels durch eine

ang geordnet, entsprechend ausgebildete erreichen. Auch eine im Strahlengang veranordnete oder mit einer verstellbaren Öffnung versehene Blende ermöglicht den Querschnitt des das Probenvolumen durchdringenden Strahlenbündels dem Probenquerschnitt anzupassen.

Die Wirksamkeit der Blende läßt sich durch eine möglichst dichte Anordnung derselben vor dem Photodetektor entscheidend erhöhen. Bei dieser Anordnung wirken sich Ablenkungseinflüsse der Küvette auf die auf diese auftreffenden Strahlenbündel möglichst gering aus. Diese Ablenkungseinflüsse werden im wesentlichen verursacht durch die gewölbte Kontur der Küvette.

Die Küvette wirkt somit auf die auf sie auftreffenden Strahlenbündel als eine zwischen der Blende und dem Photodetektor angeordnete Linse. Die beschriebenen Ablenkungen der Strahlenbündel führen zu einer Verlagerung der auf die Empfängerfläche des Photodetektors auftreffenden Querschnittsflächen der Strahlenbündel. Infolge des geringen Abstandes zwischen der Blende und dem Photodetektor ist weitestgehend sichergestellt, daß selbst nach einer erfolgten Verlagerung die Querschnittsflächen immer noch vollständig auf der Empfängerfläche des Photodetektors angeordnet sind, und es somit nicht zu Strahlungsleistungsverlusten kommen kann.

Das im wesentlichen aus der Lichtquelle und dem Photodetektor gebildete optische System der Vorrichtung ist in einem verwindungs- und biegesteifen Trägersystem angeordnet. Hierdurch erfolgt eine weitgehende Abschirmung des optischen Systems gegen äußere mechanische Einflüsse, die zu einer Verfälschung von Meßergebnissen führen können. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, für das Trägersystem einen massiv ausgebildeten, aus Aluminium bestehenden Materialblock vorzusehen. Hierbei ist für den Strahlengang eine entsprechende, die Leuchtdioden mit dem Photodetektor verbindende Bohrung sowie eine Ausnehmung für die Einführung der Küvette in den Strahlengang vorgesehen.

Eine weitere Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang zwischen der aus mehreren Leuchtdioden bestehenden Lichtquelle und dem Probenvolumen ein Lichtleiter, vorzugsweise eine Glasfaser, angeordnet ist. Die Glasfaser ermöglicht quasi eine Krümmung der optischen Achse, so daß es beispielsweise nicht mehr notwendig ist, das Probenvolumen zwischen den Leuchtdioden und dem Photodetektor anzuordnen. Aufgrund der flexiblen Ausführung des Lichtleiters ist es möglich, die Enden des Lichtleiters in gewissen Grenzen unabhängig voneinander zu bewegen, so daß unabhängig von der Anordnung der LEDs der Ort des Eintritts des durch den Lichtleiter geleiteten Strahlenbündels in das Probenvolumen konstant bleibt und somit auch bei unterschiedlich angeordneten LEDs die Meßachsen der einzelnen Messungen absolut deckungsgleich sind.

Das erfindungsgemäße Photometer ist mit einer Eingabetastatur ausgestattet, die zur Eingabe von Werten in eine den Meßalgorithmus steuernde Steuereinheit (Mikroprozessor) dient. Hierdurch ist die vorteilhafte Möglichkeit gegeben, etwa den Meßalgorithmus besonderen Probengegebenheiten anzupassen.

Weitere vorteilhafte Merkmale des Photometers bestehen in einer netzunabhängigen Spannungsversorgung und einer digitalen Anzeigeeinrichtung. Somit ist es möglich, das erfindungsgemäße Photometer als Handgerät einzusetzen, um etwa eine schnelle Analyse

der Probe unmittelbar am Ort der anfallenden Probe vornehmen zu können.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, das Photometer mit einer Fernanzeigeeinrichtung zu versehen, um etwa — wie es üblicherweise in Lehrveranstaltungen der Fall ist — die ermittelten Meßergebnisse in Echtzeit einem größeren Publikum übermitteln zu können.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur photoelektrischen Messung photometrischer Größen mit einem Photometer besteht darin, daß vier, eine Lichtquelle bildende, monochromatisches Licht emittierende Dioden (LED) einzeln aufeinanderfolgend betrieben werden. Durch diese besondere Art der Diodensteuerung ist es möglich, die zur photometrischen Analyse notwendigen, Licht unterschiedlicher Wellenlänge emittierenden Dioden in im wesentlichen einem Punkt auf einer optischen Achse mit einem Photodetektor anzuordnen, ohne daß es zu einer gegenseitigen Beeinflussung der LEDs kommt. Der aufeinanderfolgende Betrieb der LEDs ermöglicht die Durchführung von einander unabhängigen photometrischen Messungen mit den einzelnen LEDs längs einer im wesentlichen übereinstimmenden Meßachse.

Die von einer Photodiode des Photodetektors empfangene Strahlungsleistung wird von einem Verstärkerglied des Photodetektors LED-abhängig verstärkt. Hierdurch wird eine präzise Verstärkungsregulation für jede Diode möglich, so daß diodenabhängige Unterschiede in den Strahlungsleistungen der Dioden weitestgehend kompensiert werden können. Durch die Vorgabe eines diodenabhängigen Verstärkungsfaktors ist es somit möglich, Nullpunktänderungen bei Umschaltung zwischen den einzelnen Dioden im wesentlichen zu vermeiden. Dies gilt insbesondere für Umschaltungen von oder auf die blaues Licht emittierende Diode, die naturgemäß über eine viel kleinere Lichtintensität verfügt als die rote, gelbe oder grüne Leuchtdiode.

Vorteilhafterweise werden die einzelnen LEDs getaktet und impulsförmig betrieben. Hierbei ist die Dauer der während eines Taktes auf eine Diode gegebenen Stromimpulse wesentlich kürzer als die zwischen den Impulsen liegenden Pausen. Zusammen mit dem getakteten, also aufeinanderfolgenden Betrieb der einzelnen Dioden ergibt sich daher für jede Diode nur eine sehr geringe Einschaltdauer. Hieraus resultiert eine relativ niedrige Diodenleistung, so daß schädliche Aufheizeffekte weitestgehend vermieden werden.

Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, die Länge der Impulse etwa eine Größenordnung geringer als die Länge der die Impulse trennenden Pausen zu bemessen. Bei einer Vielzahl durchgeführter Versuchsmessungen hat sich gezeigt, daß insbesondere beim Betrieb der in besonderem Maße alterungsgefährdeten blauen Diode eine Impulslänge von 125 Millisekunden, unterbrochen von 2 Sekunden betragenden Pausen, eine bisher nicht bekannte Ausdehnung der Lebensdauer der Diode ermöglicht.

Desweiteren bieten die so beschaffenen Pausen im Betrieb der einzelnen Dioden die Möglichkeit, zwischen den getakteten Meßimpulsen eine Kompensation des Dunkelstroms vorzunehmen. Hierdurch erfolgt nahezu kontinuierlich ein Abgleich des elektrischen Nullpunkts des Photometers, was sich vorteilhaft auf die Genauigkeit der durchgeführten Messungen auswirkt.

Darüber hinaus erfolgt zwischen den getakteten Meßimpulsen eine der jeweiligen LED-abhängigen Verstärkerleistung des Verstärkergliedes entsprechende

Temperaturkompensation. Hierdurch wird vermieden, daß es infolge einer Erwärmung des Photodetektors durch eine erhöhte Verstärkerleistung zu Verfälschungen von Meßergebnissen kommt.

Die von der Photodiode des Photodetektors empfangenen Strahlungsimpulseleistungen werden in proportionale Spannungsimpulse umgewandelt. Die Spannungsimpulse werden anschließend von einem Integrierglied summiert und zur weiteren Signalverarbeitung von einem entsprechend der Taktansteuerung der LEDs getakteten Abfrage und Speicherglied abgefragt. Durch die Integration des impulsförmigen Meßsignals werden Rauschen und eventuelle Störungen des Signals weitestgehend unterdrückt. Durch die Übergabe des Meßsignals an das Abfrage- und Speicherglied wird eine Anpassung der nachfolgenden Signalverarbeitung an die Taktansteuerung der LEDs ermöglicht.

Nachstehend wird eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Photometers unter Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 den Aufbau der dem erfindungsgemäßen Photometer zugrundeliegenden Anordnung in schematischer Darstellung;

Fig. 2 die Anordnung gemäß Fig. 1 mit einer im Strahlengang angeordneten Blende;

Fig. 3 die Anordnung gemäß Fig. 2 in einer Draufsicht;

Fig. 4 eine Darstellung des Verfahrens in einem Blockschaltbild.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung eine im wesentlichen aus einer Lichtquelle 10 und einem Empfänger 11 bestehende Anordnung, wobei die Lichtquelle 10 und der Empfänger 11 auf einer gemeinsamen optischen Achse 12 ausgerichtet sind. In einem von der Lichtquelle 10 ausgehenden Strahlengang 13, der auf die Oberfläche des Empfängers 11 auftrifft, befindet sich eine Küvette 14, die ein zu untersuchendes Probenvolumen 15 aufnimmt. Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung dient zur photoelektrischen Bestimmung des etwa die Konzentration eines im Probenvolumen 15 befindlichen Stoffes charakterisierenden Extinktionswertes.

Erfindungsgemäß setzt sich die Lichtquelle 10 aus vier gelbes, rotes, grünes und blaues Licht emittierenden Dioden (LED) 16, 17, 18 und 19 zusammen, die mit geringstmöglichem Abstand voneinander möglichst dicht an der optischen Achse 12 angeordnet sind. Außerdem weisen die Leuchtdioden 16, 17, 18 und 19 einen geringstmöglichen Öffnungswinkel des jeweils emittierten Strahlenbündels 20, 21, 22 und 23 auf. Die optischen Achsen 24, 25, 26 und 27 der Leuchtdioden 16, 17, 18 und 19 sind im wesentlichen parallel zur optischen Achse 12 der Anordnung ausgerichtet. Aufgrund der dicht aneinanderliegenden Anordnung der einzelnen Leuchtdioden 16–19 ist der sich ergebende Parallelversatz zwischen den optischen Achsen 24–27 zur optischen Hauptachse 12 relativ gering im Vergleich zur Entfernung zwischen den Leuchtdioden 16–19 und dem Empfänger 11. Hieraus resultiert, daß die optischen Achsen 24–27 der Leuchtdioden 16 und 19 quasi mit der optischen Hauptachse 12 zusammenfallen und der Durchtritt der emittierten Strahlenbündel 20–23 in einem im wesentlichen gleichbleibenden Meßquerschnitt erfolgt. Diese Übereinstimmung im Meßquerschnitt zeigt sich besonders deutlich darin, daß den Strahlenbündeln 20–23 zugeordnete Projektionsflächen 28, 29, 30 und 31 auf der Oberfläche des Empfängers 11 einander weitgehend überlappen.

Fig. 2 zeigt eine gegenüber Fig. 1 um eine Blende 32 ergänzte Anordnung. Hierbei dient die Blende 32 zu einer weiteren Erhöhung der Meßgenauigkeit eines mit der dargestellten Anordnung versehenen Photometers. Wie Fig. 2 zu entnehmen ist, ermöglicht die Blende 32 ein Ausblenden der am Beispiel der Leuchtdioden 16 und 19 dargestellten äußeren Randstrahlen 33, 34 der Strahlenbündel 20, 23. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf eine Darstellung der übrigen Randstrahlen bei den Strahlenbündeln 21, 22 verzichtet. Natürlich werden auch die nicht dargestellten Randstrahlen durch die mit der Anordnung der Leuchtdioden 16–19 entsprechenden Blendenöffnungen 35, 36, 37 und 38 versehenen Blende 32 ausgeblendet. Im Ergebnis wird durch die Anordnung der Blende 32 im Strahlengang 13 erreicht, daß neben der bereits durch die Anordnung der Leuchtdioden 16–19 gegebene parallele Ausrichtung der optischen Achsen 24–27 eine Parallelisierung der einzelnen Lichtstrahlen der Strahlenbündel 20–23 erfolgt. Hierdurch legen alle Lichtstrahlen eines Strahlenbündels 20–23 im wesentlichen die gleiche Meßstrecke durch das Probenvolumen 15 zurück, so daß sich etwaige Dichteunterschiede im Probenvolumen nicht nachteilig auf die Meßergebnisse auswirken können.

Fig. 3 zeigt die aus einer Lichtquelle 10, einem Empfänger 11 und einer Blende 32 bestehende Anordnung in einer Draufsicht. In einer Zusammenschau aus den Fig. 2 und 3 wird deutlich, daß die eng aneinanderliegende Anordnung der Leuchtdioden 16–19 in einem die Lichtquelle darstellenden Diodenblock 10 durch eine besondere Bearbeitung der normalerweise rotations-symmetrischen LED-Köpfe erreicht wird. Fig. 3 zeigt den abgeflachten Kopf der Leuchtdiode 16 mit seiner Breitseite. Weiterhin wird durch eine Zusammenschau der Fig. 2 und 3 deutlich, daß die Blendenöffnungen 35–38 der Blende 32 entsprechend den Leuchtdioden 16–19 übereinander angeordnet sind und einen im wesentlichen runden Öffnungsquerschnitt aufweisen.

Um den Grad der Ausblendung von Randstrahlen der Strahlenbündel 20–23 variieren zu können, ist die Blende 32 auf hier nicht näher dargestellte Weise entlang der optischen Hauptachse 12 längsverschiebbar geführt. Außerdem besteht die Möglichkeit, die Blendenöffnungen 35–38 in ihrer Größe zu variieren, um auch auf diese Weise die Ausblendung von Randstrahlen beeinflussen zu können.

Wie in den Fig. 2 und 3 durch die gestrichelten Linienverläufe angedeutet, besteht gemäß einer weiteren Ausführungsform die Möglichkeit, die im wesentlichen aus der Lichtquelle 10 und dem Photodetektor 11 gebildete Anordnung in einem massiv ausgeführten Aluminiumblock 52 unterzubringen. Hierbei sind die Lichtquelle 10 und der Photodetektor 11 in Bohrungen 53, 55 angeordnet, wobei in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel die Bohrung 53 sich bis zum in der Küvette 14 befindlichen Probenvolumen 15 erstreckt und somit auch den Strahlengang 13 ermöglicht. Für die Küvette 14 ist eine Ausnehmung 54 im Aluminiumblock 52 vorgesehen, so daß sie in den längs der Bohrung 53 verlaufenden Strahlengang 13 eingeführt werden kann. Natürlich ist es auch möglich, den Massivblock 52 in Kunststoff, etwa Gießharz, auszuführen, wobei dann die Lichtquelle 10 sowie der Photodetektor 11 in den Massivblock eingegossen werden und zur Ausbildung einer Ausnehmung für den Strahlengang 13 etwa ein Röhrchen in den Massivblock 52 eingelegt wird. Die Ausnehmung 54 zur Aufnahme der Küvette 14 kann etwa durch nachträgliche mechanische Bearbeitung, etwa Fräsen,

geschaffen werden.

Fig. 4 zeigt in einem Blockschaltbild eine schematische Darstellung eines mit der vorstehend beschriebenen Anordnung durchführbaren Verfahrens zur Bestimmung des Extinktionswertes in einem Probenvolumen. Die vier in einem Diodenblock bzw. übereinander angeordneten Leuchtdioden 16–19 werden von einer stabilisierten Stromquelle 56 gespeist. Zwischen dem Diodenblock 10 und dem als Photodetektor 11 ausgebildeten Empfänger ist die Küvette 14 mit dem darin befindlichen Probenvolumen 15 angeordnet. Der Photodetektor 11 besteht im wesentlichen aus einer Photodiode 39 und einem mit dieser verbundenen Verstärkerglied 40. Die dicht nebeneinander angeordneten Leuchtdioden 16–19 des Diodenblocks 10 werden angesteuert durch einen digitalen Prozessor 41 im getakteten Impulsverfahren betrieben. Im einzelnen werden dabei die Leuchtdioden 16–19 in vorgegebener Reihenfolge angesteuert und während des jeweiligen Ansteuerungstaktes während vorgegebener Impulslängen mit Strom beaufschlagt. Es hat sich dabei herausgestellt, daß sich Impulslängen von 125 Millisekunden, die durch Pausen von etwa 2 Sekunden voneinander separiert sind, zum einen günstig auf die Lebensdauer der Leuchtdioden 16–19 auswirken als auch in ausreichend kurzer Zeit Meßergebnisse verfügbar machen. Durch den voneinander unabhängig erfolgenden Betrieb der Leuchtdioden 16–19 wird vermieden, daß es zu Überschneidungen zwischen den von den Leuchtdioden 16–19 emittierten Strahlenbündeln kommt, welche auf die allen Leuchtdioden als gemeinsamer Empfänger dienende Photodiode 39 ausgerichtet sind.

Der Photodetektor 11 wird mit scheinbarem Kurzschluß betrieben, so daß während der Dunkelphasen, also den Pausen im Betrieb der Leuchtdioden 16–19, der Dunkelstrom im wesentlichen unterdrückt ist. Über den Prozessor 41 ist es möglich, dem Verstärkerglied 40 an die unterschiedlichen Strahlungsleistungen der Leuchtdioden 16–19 angepaßte Verstärkungsfaktoren vorzugeben. Hierdurch wird im nachhinein eine Nivellierung der unterschiedlichen Strahlungsleistungen der Leuchtdioden 16–19 erreicht, so daß bei allen Leuchtdioden 16–19 eine gemeinsame Ausgangsbezugsgröße für die Extinktionsmessung gegeben ist.

Das impulsförmige Ausgangssignal des Verstärkergliedes 40 wird anschließend einem Integrierglied 42 zugeleitet, in welchem es – etwa unter Vorgabe der Anzahl der zu integrierenden Meßimpulse durch den Prozessor 41 – aufsummiert und in eine proportionale Ausgangsspannung umgewandelt wird.

Dieses Spannungssignal wird in Abhängigkeit von einem durch den Prozessor 41 vorgegebenen Steuerparameter von einem Abfrage- und Speicherglied 43 vom Integrierglied 42 übernommen und zur Durchführung der Logarithmierung des Spannungswertes an ein Logarithmierglied 44 übergeben. Hierbei arbeitet das Abfrage- und Speicherglied 43 mit einer der Taktsteuerung der Leuchtdioden 16–19 entsprechenden Taktung, um jeweils eine Zuordnung zwischen den diodenabhängig vom Photodetektor 11 empfangenen Meßwerten zu den zur Durchführung der Logarithmierung an das Logarithmierglied 44 weitergegebenen Spannungswerten sicherzustellen.

Der im Logarithmierglied 44 logarithmierte Spannungswert wird schließlich nach einer hier nicht näher dargestellten Differenzbildung mit dem Meßsignal einer Referenzprobe an einen A/D-Wandler 45 übergeben und als digitaler Extinktionswert auf einer Anzeigeein-

richtung 46 zur Anzeige gebracht. Der A/D-Wandler 45 sorgt dabei gleichzeitig für eine automatische Nullpunkteinstellung auf der Anzeigeeinrichtung 46 zwischen den einzelnen Messungen.

Über das Vergleichsglied 47 erfolgt eine Abfrage des Spannungsausgangswertes vom Logarithmierglied 44 zwischen den einzelnen Messungen, also während der Pausen des Meßalgorithmus. Bei Abweichungen vom elektrischen Nullpunkt wird ein dem Logarithmierglied 44 vorgeschalteter D/A-Wandler 48 mit einem Steuerparameter des Prozessors 41 beaufschlagt, so daß ein Spannungsabgleich des Logarithmiergliedes 44 mit dem Ergebnis erfolgt, daß die Ausgangsspannung des Logarithmiergliedes 44 während der Dunkelphasen der Leuchtdioden 16–19 gleich 0 Volt ist. Außerdem sorgt der D/A-Wandler 48 für die Temperaturkompensation des Logarithmiergliedes 44. Hierzu wird das Logarithmierglied 44 mit der temperaturabhängigen Referenzspannung des D/A-Wandlers 48 beaufschlagt, so daß der Temperaturkoeffizient des Logarithmiergliedes 44 kompensiert ist.

Um etwa eine Beeinflussung des Meßalgorithmus von außen vornehmen zu können, ist das nach dem in Fig. 4 dargestellten Verfahren arbeitende Photometer mit einer Eingabetastatur 49 versehen. Eine Batterie 50 macht den Betrieb des Photometers netzunabhängig und ermöglicht einen Gebrauch des Photometers als Handgerät. Um zu gewährleisten, daß ein Verbrauch der Batterieenergie tatsächlich nur während des Betriebs des Photometers erfolgt, ist eine sogenannte Automatik-Power-ON/OFF-Einheit 50 vorgesehen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur photoelektrischen Messung sich beim Lichtdurchtritt durch ein lichtdurchlässiges Medium ändernder photometrischer Größen (Photometer) mit einer Lichtquelle und einem Photodetektor, die auf einer gemeinsamen optischen Achse angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle (10) aus mehreren, vorzugsweise vier monochromatisches Licht emittierenden Dioden (LED) (16, 17, 18, 19) besteht, die im wesentlichen parallel zur optischen Achse angeordnet sind und deren Abstände untereinander vernachlässigbar klein gegenüber dem Abstand zwischen der Lichtquelle (10) und dem Photodetektor (11) sind.

2. Photometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Empfängerfläche des Photodetektors (11) größer bemessen ist als die Querschnittsflächen von auf die Empfängerfläche auftreffenden, von den LEDs (16–19) emittierten Strahlenbündeln (20, 21, 22, 23), derart, daß die Querschnittsflächen Teilflächen der Empfängerfläche bilden.

3. Photometer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dioden (16–19) zu einem, ein integriertes Bauteil bildenden Diodenblock (10) zusammengefaßt sind.

4. Photometer nach Anspruch 1 sowie einem oder mehreren der Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang (13) zwischen der Lichtquelle (10) und dem lichtdurchlässigen Medium (Probenvolumen 15) eine Blende (32) vorgesehen ist.

5. Photometer nach Anspruch 4 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (32) möglichst dicht

vor dem Photodetektor (11) angeordnet ist.

6. Photometer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (33) im Strahlengang (13) verschiebbar angeordnet ist.

7. Photometer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Blende (32) eine verstellbare Blendenöffnung (35 – 38) aufweist.

8. Photometer nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das die Lichtquelle (10), den Photodetektor (11) und gegebenenfalls die Blende (32) einschließende optische System in einem verwindungs- und biegesteifen Trägersystem (52) angeordnet ist.

9. Photometer nach Anspruch 8 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägersystem aus einem massiv ausgebildeten Materialblock (52) besteht.

10. Photometer nach Anspruch 8 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägersystem aus einem Aluminiumblock (52) besteht, wobei der Strahlengang (13) zumindest teilweise in einer hierzu vorgesehenen Bohrung (53) verläuft und eine Ausnehmung (54) für die Einführung des Probenvolumens (Küvette 14) in den Strahlengang (13) vorgesehen ist.

11. Vorrichtung zur photoelektrischen Messung sich beim Lichtdurchtritt durch ein lichtdurchlässiges Medium ändernder photometrischer Größen (Photometer) mit einer Lichtquelle und einem Photodetektor, die auf einer gemeinsamen optischen Achse angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang (13) zwischen der aus mehreren Leuchtdioden (16 – 19) bestehenden Lichtquelle (10) und dem Probenvolumen (15) ein Lichtleiter, vorzugsweise aus Glasfaser, angeordnet ist.

12. Photometer nach Anspruch 1 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bedienung des Photometers eine mit einer Steuereinheit (Mikroprozessor) (41) verbundene Eingabetastatur (49) vorgesehen ist.

13. Photometer nach Anspruch 1 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Photometer mit einer netzunabhängigen Spannungsversorgung (Batterie) (50) und einer vorzugsweise digitalen Anzeigeeinrichtung (46) versehen ist.

14. Photometer nach Anspruch 1 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Photometer an eine Fernanzeigeeinrichtung anschließbar ist.

15. Verfahren zur photoelektrischen Messung photometrischer Größen mit einem Photometer, vorzugsweise nach den Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, vorzugsweise vier, eine Lichtquelle (10) bildende monochromatisches Licht emittierende Dioden (LED) (16 – 19) einzeln aufeinanderfolgend betrieben werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die von einem lichtempfindlichen Halbleiterbauelement, vorzugsweise eine Photodiode (39), eines Photodetektors (11) empfangene Strahlungsleistung von einem Verstärkerglied (40) des Photodetektors (11) in Abhängigkeit von der jeweils Licht emittierenden Leuchtdiode (16 – 19) verstärkt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16 dadurch gekennzeichnet, daß die Leuchtdioden (16 – 19) ge-

taktet und impulsförmig betrieben werden.

18. Verfahren nach Anspruch 17 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Impulse etwa eine Größenordnung geringer als die Länge der die Impulse trennenden Pausen bemessen ist.

19. Verfahren nach Anspruch 18 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere zum Betrieb der blauen Diode (19) die Länge der Impulse 125 Millisekunden und die Länge der Pausen 2 Sekunden beträgt.

20. Verfahren nach Anspruch 15 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den zwischen den getakteten Meßimpulsen bestehenden Pausen eine Kompensation des Dunkelstroms erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 15 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den zwischen den getakteten Meßimpulsen bestehenden Pausen eine der jeweiligen Verstärkerleistung des Verstärkergliedes (40) entsprechende Temperaturkompensation erfolgt.

22. Verfahren nach Anspruch 15 sowie einem oder mehreren der weiteren Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die der Ausgangsspannung des Verstärkergliedes (40) proportionale Impulsleistung der Leuchtdioden (16 – 19) in einem Integrierglied (42) summiert wird, und zur weiteren Signalverarbeitung von einem entsprechend der Taktansteuerung der Leuchtdioden (16 – 19) getakteten Abfrage- und Speicherglied (43) abgefragt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

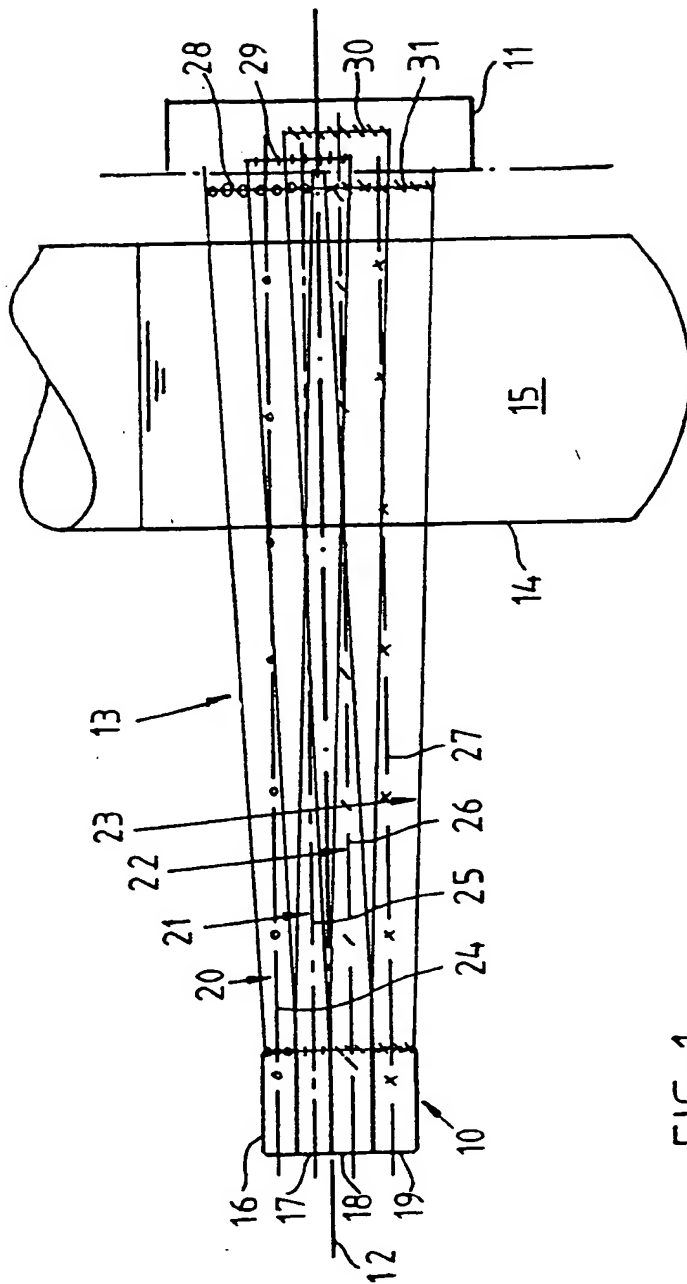


FIG. 1

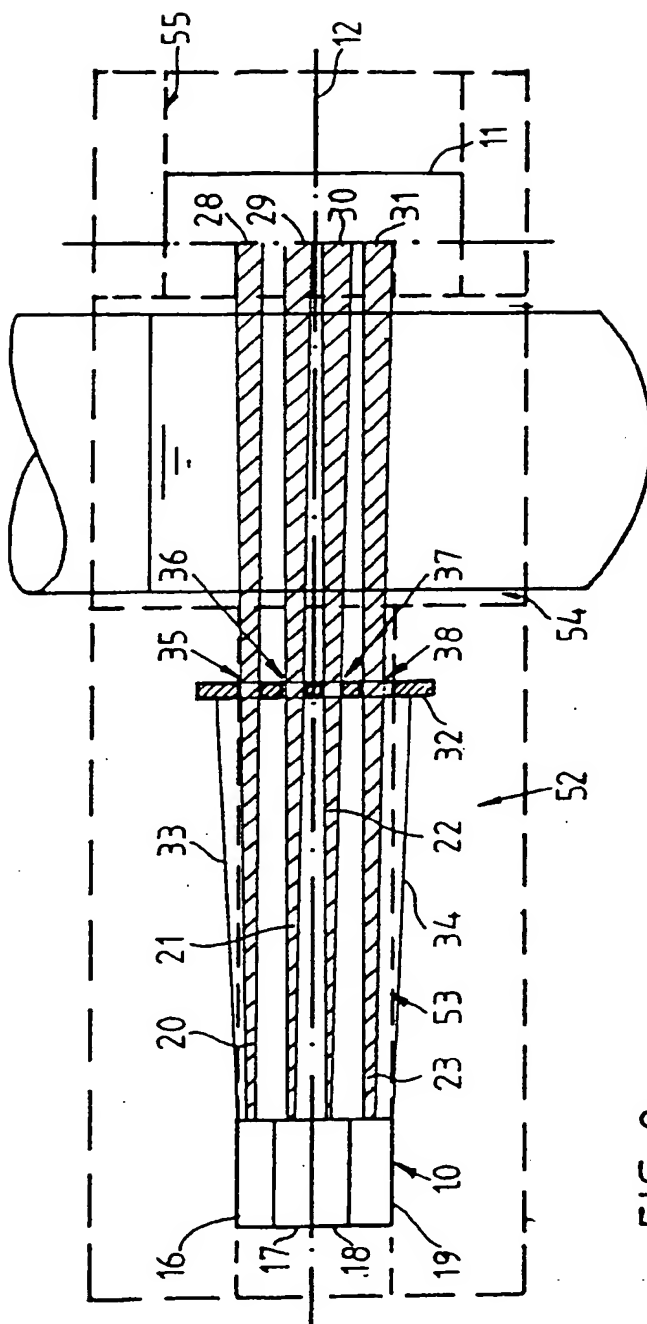


FIG. 2

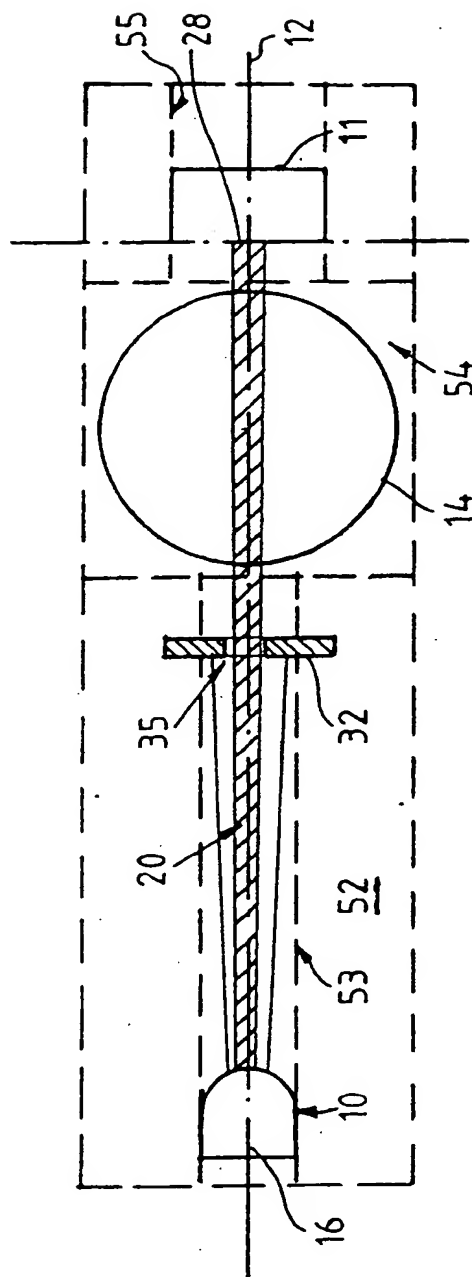


FIG. 3

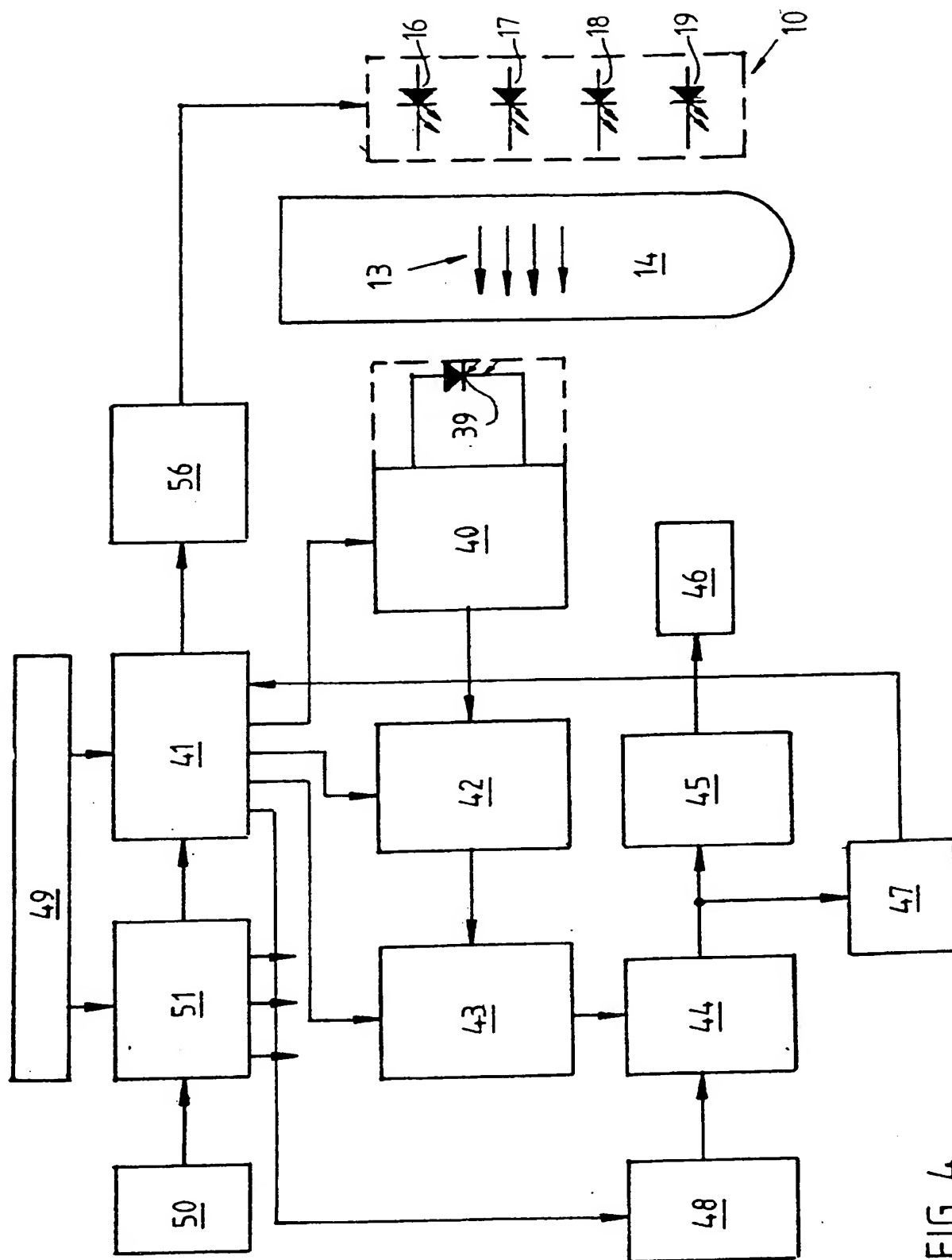


FIG. 4

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**